

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

22.10.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2004年 3月31日
Date of Application:

REC'D 16 DEC 2004

出願番号 特願2004-105452
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2004-105452]

WIPO

PCT

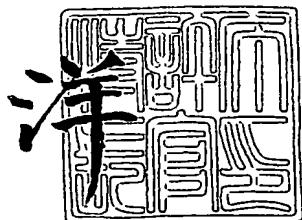
出願人 ダイハツ工業株式会社
Applicant(s):

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年12月 3日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小川



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 T104049500
【提出日】 平成16年 3月31日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 G01B 11/30
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府池田市桃園 2 丁目 1 番 1 号 ダイハツ工業株式会社内
 【氏名】 黒木 恵介
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府池田市桃園 2 丁目 1 番 1 号 ダイハツ工業株式会社内
 【氏名】 岩田 真理
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府池田市桃園 2 丁目 1 番 1 号 ダイハツ工業株式会社内
 【氏名】 石川 千恵
【発明者】
 【住所又は居所】 大阪府池田市桃園 2 丁目 1 番 1 号 ダイハツ工業株式会社内
 【氏名】 坂上 譲
【特許出願人】
 【識別番号】 000002967
 【住所又は居所】 大阪府池田市ダイハツ町 1 番 1 号
 【氏名又は名称】 ダイハツ工業株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100107308
 【住所又は居所】 大阪府大阪市北区豊崎 5 丁目 8 番 1 号
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 北村 修一郎
 【電話番号】 06-6374-1221
 【ファクシミリ番号】 06-6375-1620
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-360584
 【出願日】 平成15年10月21日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 049700
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0000601

【書類名】特許請求の範囲**【請求項 1】**

被検査面に所定のパターン形状の検査光を照射し、被照射状態にある前記被検査面の撮像画像により前記被検査面を検査する検査方法であって、

前記検査光として、各網目内の形状が同一となるように網目状に分布されるとともに、光軸に垂直な平面における照射面積が非照射面積より小さい光ビームを照射し

前記撮像画像における、前記被検査面の非照射領域に対応する画像領域の明暗情報に基づいて、前記被検査面を検査する検査方法。

【請求項 2】

正常な被検査面に前記検査光を照射した状態における撮像画像を正常撮像画像とし、前記正常撮像画像における照射領域の輝度を高輝度と、非照射領域の輝度を低輝度とする場合に、

撮像画像内に存し、前記高輝度と低輝度との中間輝度の領域である中間輝度領域を注目領域とする請求項1記載の検査方法。

【請求項 3】

前記被検査面の照射領域に対応する画像領域を、連続する明領域として抽出するとともに、前記連続する明領域を注目領域から排除する請求項1項記載の検査方法。

【請求項 4】

前記被検査面の非照射領域に対応する画像領域を、閉じた暗領域として抽出するとともに、前記閉じた暗領域内に独立の明領域が存在する場合に、前記独立の明領域を注目領域とする請求項1記載の検査方法。

【請求項 5】

前記被検査面が曲面である場合に、前記撮像画像における前記網目の形状が円もしくは正多角形状となる網目形状に、前記被検査面の曲面形状に対応した前記照射面における検査光の網目状分布を設定する請求項1～4のいずれか1項記載の検査方法。

【請求項 6】

被検査面に所定のパターン形状の検査光を照射する照射手段と、前記検査光が照射された被照射状態にある前記被検査面の撮像画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段により得られる撮像画像を画像処理する画像処理手段とを備えた検査装置であって、

前記照射手段は、前記検査光として、各網目内の形状が同一となるように網目状に分布されるとともに、光軸に垂直な平面における照射面積が非照射面積より小さい光ビームを照射面より照射し、

前記画像処理手段は、前記画像処理において、前記被検査面の非照射領域に対応する画像領域の明暗情報を処理可能に構成されている検査装置。

【請求項 7】

前記画像処理手段が、

正常な被検査面に前記検査光を照射した状態における撮像画像を正常撮像画像とし、前記正常撮像画像における照射領域の輝度を高輝度と、非照射領域の輝度を低輝度とする場合に、

撮像画像内に存し、前記高輝度と低輝度との中間輝度の領域である中間輝度領域を抽出する中間輝度領域抽出手段を備えた請求項6記載の検査装置。

【請求項 8】

前記照射手段において前記光ビームが、網目状に分布された複数の発光素子により形成される請求項6又は7記載の検査装置。

【請求項 9】

前記照射手段において前記光ビームが、網目状に分布された幅狭のスリット間を透過して形成される請求項6又は7記載の検査装置。

【請求項 10】

前記網目の大きさを調節可能に構成されている請求項6～9のいずれか1項記載の検査

装置。

【請求項 11】

前記被検査面の照射領域と非照射領域との輝度差を調節可能に構成されている請求項 6
～10のいずれか1項記載の検査装置。

【請求項 12】

前記照射手段において、

前記被検査面の曲面形状に対応して、前記撮像画像における前記網目の形状が円もしく
は正多角形状となる網目形状に、前記照射面における検査光の網目状分布を設定されてい
る請求項 6～11のいずれか1項記載の検査装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】被検査面の検査方法及び装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検査面に所定のパターン形状の検査光を照射し、被照射状態にある前記被検査面の撮像画像により前記被検査面を検査する検査方法、及びこの方法を採用する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の検査方法の代表例として、自動車ボディの塗装面の検査に使用される技術を挙げることができる。塗装面の検査にあっては、塗装面上に存する凹凸・傷・所謂、「ゆず肌」と呼ばれる表面の周期的な凹凸等が、その検査対象となる。

【0003】

パターン状の検査光を使用する検査技術として、所謂、ストライプ状、即ち、縦縞模様の明暗を成す検査光を塗装面に照射して、照射状態にある塗装面を撮像装置により撮像し、得られる撮像画像により検査を行う技術がある（特許文献1及び特許文献2に開示される技術）。

【0004】

上記、特許文献1に開示の技術は、塗装面を所定方向（例えばX方向）に移動させていった場合に、塗装面上にある凹凸面といった欠陥の画像部分が、前記移動方向に直交する方向（例えばY方向）の座標を変えることなく、その方向座標（X座標）を変えながら撮像されることを利用して、欠陥の検出を行うものである。この技術では、欠陥画像が、明のストライプ部位では暗く、暗のストライプ部位では明るく撮像され、欠陥を識別することができる。ここで、欠陥は、ストライプの明部分及び暗部分の中間階調画像として捕らえられる（図5、9、15等参照）。

この検査手法では、塗装面上の特定位置にある独立欠陥がその検査対象とできる。

【0005】

特許文献2に開示の技術は、上述の「ゆず肌」と呼ばれる欠陥を検出しようとするものであり、検査光である明暗ストライプの境界線の撮像画像上のゆらぎにより、塗装厚みの班を見出そうとするものである。即ち、同文献図13もの見られるように、境界線のゆらぎから塗装面の状態を知ることが可能となる。

この検査方法にあっては、被検査面を移動させる必要はないが、概して、塗装面の比較的広い範囲に渡ってストライプの境界線画像に位置ずれを起こさせるような塗装面の乱れが発生している状況が検出対象となる。

【0006】

これらの技術にあって、その検査光は所謂間接光とされており、暗ストライプ間を光源からの光が透過するようにして、ストライプ状の分布を有するパターン光を被検査面である塗装面に到達させる。

また、通常、撮像装置は、その撮像光学系の焦点は、塗装面に合わされている。

【0007】

【特許文献1】特開平8-145906号公報（図5、図9及び図15）

【特許文献2】特開平9-126744号公報（図13）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

この種のストライプ光を使用すると、例えば、図5に示すように、欠陥の直上にストライプの暗部分がある場合、欠陥表面部位による反射の影響で、同図一点鎖線で示すように、この暗部分の両側の明部分を撮像側所定位置で撮像する現象が発生し、欠陥が、ストライプ状の暗部分内に形成される局部的な明部分として撮像される状況が発生することがある。図5は、上側に照射側の明暗パターンを、中段に上側に凸状となっている欠陥形状を

、さらに、下側に撮像側の各画素の位置を示したものである。

この模式は、明暗パターンを鏡像として画素側から見た場合の状態を示しており、欠陥より上側に引かれた一点鎖線は、nで示す欠陥表面部位の法線に対して、各画素に映り込む光が、欠陥表面部位での反射条件を満たす条件下で、明暗パターンのどの部位から出発しているかを明らかにしたものである。

【0009】

しかしながら、実際の欠陥は、図示するような左右対象となっている場合は少なく、その反射方向も均一でない。結果、例えば、ストライプを横断する方向でのストライプ明部分に至る反射が発生しないような欠陥の場合は、ストライプを使用して検出することができない。

【0010】

一方、塗装厚の平面的なゆらぎのような比較的広範囲に渡るものにあって、これが、二次元方向で発生している場合は、単純なストライプの境界線のゆらぎとして捕らえることが難しい場合がある。

【0011】

さらに、検査光の発生において、これを間接光とすると、輝度との関係から光量に限界があり、この点からは、比較的小さな欠陥を検出しにくいという問題が発生する場合がある。

【0012】

そこで、本発明の目的は、所定のパターン光を被検査面に照射して、撮像画像を得て表面に存する欠陥を見いだす検査方法において、欠陥の表面形状に係わりなく、比較的小さな欠陥にあっても、これを検出できる検査方法及び装置を得ることにある。

また、比較的高範囲に渡る周期的な欠陥であっても、その欠陥を方向性なく検出することができる検査方法及び装置を得ることである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本願に係る、被検査面に所定のパターン形状の検査光を照射し、被照射状態にある前記被検査面の撮像画像により前記被検査面を検査する検査方法の特徴構成は、

前記検査光として、各網目内の形状が同一となるように網目状に分布されるとともに、光軸に垂直な平面における照射面積が非照射面積より小さい光ビームを照射面から照射し

前記撮像画像における、前記被検査面の非照射領域に対応する画像領域の明暗情報に基づいて、前記被検査面を検査することである。

【0014】

この方法にあっては、明部分が網目状に分布され、その明部分の中に閉領域となる暗部分が存在する光ビームを照射面から照射する。

この検査光が照射された被検査面を、CCDカメラ等の撮像装置で撮像すると、被検査面が平面で、その面上に欠陥が無い場合は、照射側の明暗パターンがほぼそのまま映り込む。これに対して欠陥が存在する場合は、例えば、図5に示すように、欠陥が暗部分の直下等にある場合、照射側の明部分から照射された光が、欠陥で光路を曲げられて、本来、暗部分となるべき領域に映り込む状況を形成できる。

【0015】

結果、暗部分である網目内の概略中央に独立明点が形成できる。本願では、この現象を利用して、欠陥として検出することが可能となる。そして、網目内形状が同一とされていて、任意の網目内に位置する可能性がある欠陥をほぼ同等な条件で検出することができる。

さらに、この構成は、網目が照射部に網目内が非照射部に対応し、非照射面積が大きく選択されていることで、暗部分に現れる明部として、欠陥を検出する確率を高いものとできる。

【0016】

また、本願にあっては、明部分が網目状に形成されているため、暗部分を囲む全周から、この種の映り込み光を、二次元的な広がりを有する撮像装置の所定位置画素に入光させることが可能となり、従来、困難であった、形状、大きさ、深さの欠陥を検出できるようになった。

発明者らの検討では、網目の大きさを25mm程度にする場合、平面視概略丸で、半径0.3mm、深さが0.03mm程度の欠陥を、通用のCCDカメラで識別できた。

- また、検査に際して、被検査体を、通常、検査装置に対して、相対移動をさせながら順次検査して行くこととなるため、この移動に伴って、いずれかの網目部で、欠陥を明確な欠陥画像として捕らえて、確実な検出を行える。

【0017】

さらに、明部分と暗部分の境界線は編状を成すため、「なし肌」等の欠陥の検出に際して、従来型のストライプが有した検出に特定の方向性を有するという問題を解消できる。

【0018】

このような検査方法を使用する、

被検査面に所定のパターン形状の検査光を照射する照射手段と、前記検査光が照射された被照射状態にある前記被検査面の撮像画像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段により得られる撮像画像を画像処理する画像処理手段とを備えた検査装置としては、

前記照射手段が、前記検査光として、各網目内の形状が同一となるように網目状に分布されるとともに、光軸に垂直な平面における照射面積が非照射面積より小さい光ビームを照射面から照射し、

前記画像処理手段が、前記画像処理において、前記被検査面の非照射領域に対応する画像領域の明暗情報を処理可能に構成することで、装置を構成することができる。

【0019】

さて、上記方法において、正常な被検査面に前記検査光を照射した状態における撮像画像を正常撮像画像とし、前記正常撮像画像における照射領域の輝度を高輝度と、前記非照射領域の輝度を低輝度とする場合に、

撮像画像内に存し、前記高輝度と低輝度との中間輝度の領域である中間輝度領域を注目領域として検査を行うことが好ましい。

【0020】

上述のように、本願では、主に、欠陥の存在に起因して、明暗パターンの明部分からの光の映り込みを利用して欠陥の検出を行うことが可能となるため、その欠陥画像は、照射部分の輝度である高輝度と、非照射部分の輝度である低輝度との中間輝度となる。

従って、高輝度部及び低輝度部を除くことで、欠陥の存在の確率が高い領域を容易に抽出することができ、簡単な画像処理で、迅速に目的の欠陥によると考えられる画像領域を抽出できる。

【0021】

このような処理を実行する検査装置は、正常な被検査面に前記検査光を照射した状態における撮像画像を正常撮像画像とし、前記正常撮像画像における照射領域の輝度を高輝度と、前記非照射領域の輝度を低輝度とする場合に、前記画像処理手段が、

撮像画像内に存し、前記高輝度と低輝度との中間輝度の領域である中間輝度領域を抽出する中間輝度領域抽出手段を備えた構成で達成できる。

【0022】

さて、本願の検査方法で使用する検査光は、その照射面において、発光側である明部が網目状をなし、その網目内が暗部とされている、従って、このパターンは、被検査面が平面であり網目の撮像にゆがみを発生しない場合、被検査面が曲面であり網目の撮像にゆがみを発生する場合、共に、撮像画像でも踏襲される。従って、欠陥とは実質的に関係のない網目の正常部分は、画像処理において、連続する明部として注目領域から排除することが可能となる。

【0023】

即ち、前記被検査面の照射領域に対応する画像領域を、連続する明領域として抽出するとともに、この連続する明領域を注目領域から排除することで、容易に欠陥に対応する画像であるらしい領域を抽出することができる。

【0024】

このような検査方法を実行するには、前記画像処理手段に、
前記被検査面の照射領域に対応する画像領域である連続した明領域を抽出する連続明領域抽出手段と、
抽出された前記連続した明領域を注目領域から排除する排除手段を備えておけばよい。

【0025】

さらに、上記検査方法において、前記被検査面の非照射領域に対応する画像領域を、閉じた暗領域毎に抽出するとともに、前記閉じた暗領域内に独立の明領域が存在する場合に、前記独立の明領域を注目領域とすることが好ましい。

【0026】

この方法では、検査光が網目状を成していることに注目して、この網目内の領域を基本的に閉を成す暗領域として認識し、この暗領域内に独立の明領域が存在する場合は、非検査面に異常（欠陥）が存在する可能性があるとして、注目領域とする。

この場合は、例えば、被検査面が曲面となっており、基本となる網目形状に比較的大幅な変形が発生する場合にあっても、検査光が有する形状的特徴を利用して、有効な欠陥検出を実行できる。

【0027】

この検査方法を使用する検査装置を構成する場合には、
先に説明した画像処理手段が、
被検査面の非照射領域に対応する画像領域である閉じた暗領域を各別に抽出する閉暗領域抽出手段と、
抽出された閉じた暗領域内に存する独立の明領域を抽出する独立明領域抽出手段とを備える構成とすることで、上述の検査方法を実行できる。

【0028】

さらに、照射手段において前記光ビームが、網目状に分布された複数の発光素子により形成されることが好ましい。

この場合は、発光素子を使用することで、間接照射構造を取る場合等、輝度不足に伴う微小欠陥の見逃し等が発生する可能性を低減でき、充分な照射側での輝度を確保して、確実で信頼性の高い検査を行える。また、例えば、黒板上における発光素子の分布の変更で、任意の網目状分布を有する光ビームを得ることが可能となる。

さらに、後にも示すように、本願にあっては、撮像装置の焦点を照射側の照射面に合わせて撮像画像を得るが、この場合に、発光素子の発光部とその背景との輝度差を大きく取れるため、撮像側の画像をよりシャープなものとでき、一般に、ぼけた、小さな画像となりやすい欠陥起因の画像部位を容易に浮き立たせることができる。

【0029】

一方、照射手段において光ビームが、網目状に分布された幅狭のスリット間を透過して形成されることも好ましい。この場合は、従来、行われてきたように、光源の前に拡散板を、さらに前に網目内の形状に合わせた暗部分を形成するための遮蔽体を分配配置することで、本願の使用目的に合致した検査光を容易に得ることができる。さらに、その境界線も明確とできる。

【0030】

さらに、これまで説明してきた技術において、前記網目の大きさを調節可能に構成されていることが好ましい。

【0031】

本願のように、欠陥による映り込み光を利用する場合は、撮像側からみれば、欠陥をして反射された光線の光路が、網目を成す明部分に届く必要があり、検出対象の欠陥の大きさ（開口面積、深さ等を含む）と、網目の大きさに、映り込みが発生するかどうかが大

きく関係する。従って、網目の大きさを調節可能にすることにより、所定の欠陥に対しても検出が良好に行える大きさの網目を選択して、良好に検出を行える。

【0032】

さらに、前記被検査面の照射領域と非照射領域との輝度差を調節可能に構成されていることが好ましい。

【0033】

例えば、検査対象が自動車ボディの塗装面である場合、その面としては、ほぼ平面とみなせる部位があつたり、曲面部があつたりする。従って、照射系、撮像系における光路距離にはばらつきがあり、欠陥の検出に必要となる光量を常に良好な状態で確保できるとは限らない。

しかしながら、前記輝度差を調節可能にしておくと、映り込みに必要な光量を被検査対象の状態に応じて選択しやすく、信頼性の高い検出を行える。

【0034】

これまでの説明では、被検査面が平面である場合と、曲面である場合とに対して、その検査方法および検査装置の構成を問うものではなかったが、先にも示したように、被検査面が曲面の場合、網目が特定の方向でゆがむ等の現象が発生する。図7(口)は、リング状の検査光を照射した場合に、被検査面が紙面横方向に中心軸を有する場合に、画像上下方向で詰まった楕円の眼鏡状リングが形成されていることを示している。

【0035】

この種歪みの発生は、リング状の明領域内に、独立の明領域を形成させて、それを抽出して欠陥画像を得るとする、本願手法上の障害となる。

従って、前記被検査面が曲面である場合に、前記撮像画像における前記網目の形状が円もしくは正多角形状となる網目形状に、前記被検査面の曲面形状に対応した前記照射面における検査光の網目状分布を設定することが好ましい。

例えば、図7(ハ)に示すように、画像上下方向の収縮が発生する曲面を対象とする場合、この収縮を見込んで、網目分布を縦長のものとしておく。

このようにしておくと、撮像画像においては、連続した明部として認識される部位内の、網目内部に対応する暗部の面積を所定面積以上、確保することができ、欠陥存在の影響により、中間輝度の領域が網目内に形成される場合も、その形成が独立領域となるようになることが可能となり、本願手法を適用して、良好に検出を行うことができる。

【0036】

さらに、この構成の検査装置は、前記照射手段において、

前記被検査面の曲面形状に対応して、前記撮像画像における前記網目の形状が円もしくは正多角形状となる網目形状に、前記照射面における検査光の網目状分布を設定することで、上記方法を使用する検査装置を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

【検査装置】

図1は、本願に係る検査装置100を使用して自動車ボディ1の塗装面を検査している状態を示しており、塗装の終了したボディ1がコンベア2により紙面左方に搬送されている。

検査装置100は、本願独特のパターンを有する検査光を照射する照射装置3、この照射装置3の照射面を塗装面を介して撮像する撮像装置4、及びこれら装置を動作制御するとともに、得られる撮像画像を画像処理する検査装置本体7を備えて構成されている。

【0038】

検査に際しては、コンベア2に対し搬送上手側(図1の紙面右側)に照射装置3が配置され、コンベア2に対し搬送下手側(図1の紙面左側)に撮像装置4(例えはCCDカメラ等)が配置されて使用される。但し、照射装置3の照射面3a及び撮像装置4の撮像面4aは、コンベア2の搬送方向と直交する方向A0に対して、略直交するように並べて配置されている。図1にあっては、理解を容易とするため、ずらして図示している。

【0039】

[照射装置]

照射装置3は、図2に示すように、外枠部5内に複数の発光ダイオード6を、所定パターンを形成するように分散配置して構成されており、外枠部5の内壁面5a、及び外枠部内で発光ダイオード6が配設される部位以外の部分が黒板5bとして構成されている。

本願で採用される発光ダイオード6は通常の発光ダイオードであり、先に説明した照射装置3の照射面3aは、この黒板5b上に発光ダイオード6の丸型先端が所定パターンを描くように配置されたものとされている。

【0040】

本願は、この分布配置に特徴があり、複数の発光ダイオード6は、全体として所定の網目を構成するように配設される。図2にも示されているように、その網目内の形状は、各網目について同一とされており、具体的には、概略、円とされている。

従って、この照射装置3を照射側正面から見た場合、あたかも、複数の黒丸が均等に配置されたように見え、撮像に際して、その焦点を前記照射面3aに合わせて撮像することで、黒板5b及び発光ダイオード6からなる明・暗パターンを、図3(イ)に示すような明部分となる網目内に、暗部分となる黒丸が分散配置された画像として取り込むこととなる。

【0041】

[検査装置本体]

検査装置本体7は、動作制御部7a、画像処理部7bを備えて構成されており、動作制御部7aが検査装置全体の動作を制御するとともに、画像処理部7bは撮像装置4により得られた撮像画像を画像処理して、モニター8側及びコンピュータ9側へ出力するように構成されている。

【0042】

動作制御部7aは、照射装置3、撮像装置4の動作、さらには画像処理部7bの動作を制御するものであり、撮像タイミングと、別途入力されてくる自動車1の位置情報との対応を取ることができるように構成されている。

【0043】

以上構成の検査装置100において、図1に示すように自動車ボディ1がコンベア2により紙面左方に搬送されるのに伴って、撮像装置4が所定のタイミング毎にボディ1の塗装面を介して撮像装置3の照射面3aを撮像する。

【0044】

撮像画像は、欠陥がない場合は、正常な塗装面により反射して撮像装置内に入光していく照射面の画像となり、欠陥がある場合は、この欠陥により、撮像装置に備えられる各画素に映り込む光線の光路が先に図5を使用して説明したように影響を受け、この影響を受けた光線が照射された照射面部位からの光が映り込んだ画像となる。

【0045】

画像処理部7bは、撮像画像の処理に際して撮像画像の高輝度部分と低輝度部分とを取り除くための3値化処理を実行する3値化処理手段（本願にいう中間輝度領域抽出手段である）70、3値化処理後において、その正常な部分を取り除く排除手段71を備えている。この排除手段は具体的には膨張・収縮処理を実行する手段である。但し、これら処理を実行する代わりに、ボディ1位置に対応した、欠陥の無い塗装面の撮像画像を記憶しておく、この正常撮像画像成分を、排除するものとして構成してもよい。

これら3値化処理及び排除処理により、検査において注目すべき注目領域を特定することができる。このとき、注目領域の面積を基に、その領域の欠陥らしさを判定する面積判定手段72も備えられている。

さらに、各注目領域のラベリングを行うとともに、これらの領域の面積及び重心を求める後処理手段73が備えられている。

【0046】

このようにして求められる各注目領域の情報は、その撮像時の車位置情報とともに、コ

ンピュータ9側へ送られ、検査目的である欠陥としての適合性の判断、後の塗装面の再処理の用等に供される。さらに、原画像及び画像処理に伴って得られた画像は順次記憶され、必要に応じて、モニター8に表示可能とされている。

【0047】

【撮像画像】

以上、検査装置100の構成を主に説明したが、以下、欠陥の有無に基づいて場合分けして、その撮像画像及び画像処理画像がどのような形態を示すかを説明する。ここでは、説明を容易にするために、原則として塗装面が平面である場合に関して説明する。

【0048】

図3は原画像(イ)、3値化処理後の画像(ロ)、排除処理後の画像(ハ)をそれぞれ示すものであり、図4は、原画像に於ける輝度分布を3次元的に示したものである。

これらの画像で、白い部分は輝度を有する部分を、影をつけた部分は暗い画像部位を示している。

これらの画像は、左上端部から2行2列目にある暗い画像部位を形成する網目の下に欠陥がある場合を示している。他の部位は正常な状態を示している。

【0049】

1 塗装面が正常な場合の撮像画像

下地が平面の塗装面では、明部分(発光ダイオード6が配設される網目部)に対応する高輝度K1の部分C1、暗部分(黒板部5bからなる網目内部)に対応する低輝度K2の部分C2が得られるのであり、塗装の正常な部分(具体的には欠陥がなく、塗装厚み班もない)では、明部分に対応する高輝度K1の部分C1が、照射側のパターンのまま網目状に撮像される。

正常な場合であっても、ボディ表面自体が曲面となっている場合は、この曲面形状に従って、連続した輝点として現れる網目の撮像画像にゆがみが発生する。しかしながら、欠陥の無い塗装面の撮像画像は、車と照射系、撮像系の位置関係が判明しているので、その正常画像を特定でき、例え、前記ボディ表面自体が曲面であっても、撮像画像から正常な画像部を排除して、目的とする欠陥領域とおぼしき部位を抽出することが可能となる。

【0050】

2 塗装面に欠陥が存在する場合

塗装面に部分的な欠陥があり、その欠陥の凸・凹により、暗部分(黒板5bからなる網目内部)に対応する低輝度K2の部分C2において、少し輝度の高い中間輝度の部分C3を形成することができる。

この撮像画像は、先に説明した撮像側の明部分からの光線の映り込みにより発生すると考えられ、具体的には、図4に示すように、黒丸内に認められる、独立の明点部位もしくはリング状のものとなる。欠陥が、理想的な平面視円形の窪みの場合、全周部位からの光の映り込みが発生する。

【0051】

【注目領域の抽出】

そこで、本願装置では、欠陥によるとおぼしき注目領域の抽出に際して、3値化処理及び膨張・収縮処理を施す。

【0052】

ア 3値化処理

撮像画像には、上記のように、明部分に対応する高輝度K1の部分C1と、暗部分に対応する低輝度K2の部分C2とから成立するとともに、その境界部位に中間輝度の部分C4が介在している。

さらに、欠陥が、本願にいう網目内に存在する場合は、暗部分内に明るい部分(中間輝度の部分)C3が現れる。発明者らの経験では、この部分C3の形状は、欠陥の網目内の位置、欠陥の大きさ、撮像距離等で変化するが、網目内の中央下部に存する場合は、中間輝度の明点として識別できる。

そこで、3値化処理を実行すると、中間輝度の部分C3及び部分C4のみが残る。

【0053】**イ 正常部位の排除処理**

さらに、中間輝度の部分C3に比べて前述の境界部分C4は微小なので、膨張及び収縮処理を数回行うと、この境界部分C4が消えて、欠陥により形成される中間輝度の部分C3が残る。

結果、図3(ハ)に示すように、この中間輝度の部分C3のみを注目領域として抽出することができる。この領域は面積判定の対象とされ、問題となる可能性のある所定面積より大きい場合は、ラベリング処理、面積及び重心計算処理を行い、所定データが、コンピュータ9側へ送られる。

【0054】

上記の実施の形態にあっては、注目領域の抽出に、3値化処理、膨張・収縮処理を適応して、欠陥による画像領域を抽出するものとしたが、さらに簡易に2値化処理、2値化処理後の画像から、正常な被検査面の照射領域に対応する領域を削除するものとしてもよい。

【0055】

このような検査装置の構成を、図1に対応させて記載したのが図6である。

この検査装置には、3値化処理手段に換えて、2値化処理手段が備えられている。

この2値化処理手段における処理閾値は、例えば、欠陥により形成される中間輝度領域を、明領域として識別する閾値に設定しておく。

このように設定しておくと、図7(イ)に示すように、被検査面が平面で、照射装置における照射面での発光ダイオードの分布を連続した2つのリングとする場合、同右図に示すように、連続リングと、その中の明の独立領域として欠陥画像を得ることができる。

【0056】

そして、排除手段においては、本願の手法では、網目状の連続した明領域として、照射側の明領域が撮像画像に映り込むため、この連続領域を注目領域から排除することとする。このようにすることで、欠陥は、明側の独立領域として抽出可能である。

このような検査方法を実行するには、画像処理手段に、被検査面の照射領域に対応する画像領域である連続した明領域を抽出する連続明領域抽出手段と、抽出された前記連続した明領域を注目領域から排除する排除手段を備えておくこととなる。

【0057】

さて、上記のように、2値化処理を行おうとすると、欠陥画像が独立領域として形成されることが好ましい。さらに、3値化処理を実行する場合も、欠陥画像と正常な明画像との間にできるだけ連結が発生しないことが、好ましい。

この目的を達成しようとすると、被検査面の形状を考慮した網目パターンを選択することが必要となる。

そこで、塗装面が曲面の場合は、撮像画像において網目が映り込む形状分布において、網目内に対応する画像暗部分の面積ができるだけ広がりを有するように、設定する。即ち、撮像画像において、円、あるいは正多角形（正三角、四角形等）となる形状に選択する。

このような例を図7に基づいて説明する。同図において、(イ)は先にも示したようく、被検査面が平面である場合であり、(ロ)は曲面である場合を示している。同図に示すように、被検査面が紙面左右方向に回転軸を有する円筒形状の場合、撮像側で紙面上下方への縮小が発生するため、(ハ)に示すように、この方向で予め網目分布を縦方向に伸長しておく。その伸長度合いは、画像における網目形状を基準に考える。

このように照射面における網目形状を設定することで、本願、検査方法において、的確な検査を行うことができる。

【0058】

上記の実施の形態にあっては、撮像画像に対して、3値化処理を行い、その中間輝度の領域として、正常な領域を削除することで注目領域を抽出するもの、あるいは、2値化処理を行い、正常な領域を削除することで注目領域を抽出するものとしたが、以下に示す画

像処理手法を採用してもよい。

即ち、本願における照射面における検査光の形状的特質として、暗部分が閉領域として形成され、この領域の周りに、発光ダイオード6により形成される明部分が存在するため、画像処理において、塗装面の非照射領域に対応する画像領域を、閉じた暗領域として抽出するとともに、この閉じた暗領域内に独立の明領域が存在する場合に、この独立の明領域を注目領域とすることも可能である。

【0059】

この種の画像処理構成は、図8に示されるように、撮像画像内に現れる閉じた暗領域を各別に抽出する閉暗領域抽出手段76と、この手段76により抽出された前記閉じた暗領域内に存する独立の明領域を抽出する独立明領域抽出手段77とを備え、この独立の明領域を注目領域とする処理を実行して抽出できる。

【0060】

[発明の実施の別形態]

(1) 上記の実施の形態にあっては、検査光を得るのに、黒板の所定部位に発光素子として複数の発光ダイオードを複数並べたものを使用したが、図9に示すように、先に説明した従来技術に見られるような、光源21の前に拡散板22を、さらにその前に網目を成す光透過部23を設けた照射装置を使用してもよい。この場合、明部分と暗部分との境界線が比較的明確に形成できるため、この境界線のゆらぎとして、所謂、「なし地」も、境界線が描く傾き方向で検出することができる。

【0061】

また、明部分と暗部分との境界線を線状に際立たせる意図からは、上述のように発光素子を複数配置して照射装置を構成する場合、発光素子は明部分について、できるだけ密に配設しておくのが好ましい。網目(網目内を除く)の前方部位にのみ拡散板を設けて、網目の輝度をできるだけ均等にすることも好ましい態様である。

【0062】

(2) 上記の実施の形態にあっては、網目を形成するに、網目内の形状が概略円となるように配設したが、例えば、被検査面の形状に従って、所定の方向に長軸及び短軸を有する楕円としてもよい。楕円とする場合は、先にも示したように被検査面が曲面であり、撮像側で概略円となるような被検査面形状の場合に適用しやすい。また、欠陥の発生方向が直交2方向の検討で充分な場合は、その方向に各辺部を有する方形もしくは正方形とすることが好ましい。

【0063】

図10(イ)に前者の例を、図10(ロ)に後者の例を示した。

さらに、図10(ハ)に示すように、正方形パターンが千鳥状に配設される場合は、異なる列に属する網目のいずれかで、欠陥を捕らえる可能性が高まり、好ましい。

さらに、図10(ニ)に示すように、網目内の形状を三角としておくと、所定、3方向で画像処理を迅速に実行することが可能となる。

【0064】

上記した網目を形成するに、その網目のパターン形状及び繰り返し方向と、被検査面の移動方向との関係で、その欠陥起因の映り込み像の識別性が低下する箇所が表れる場合がある。この種の識別性の低下は、欠陥起因の映り込み像と本来の発光ダイオード6の撮像位置が重なり欠陥起因の映り込み像が輝点として現れないことによる。

【0065】

この状態を図11に基づいて説明する。同図において、欠陥起因の映り込み像が、発光ダイオード6がライン状に分布されその明像が表れる経路Aを移動すると、その映り込み像(図面上に欠陥と記載)の識別は一部経路部位において困難を伴う。一方、発光ダイオード6が比較的少ない部位である経路Bを移動すると、高い識別性を維持することができる。この図において、網目の特定部位における発光ダイオード6の分布方向s及び被検査面の移動方向Sは一致しており、共に紙面幅方向である。

【0066】

この種の問題を考慮して発光ダイオード6を適切に分布させた例が、図12に示す例である。この例にあっては、発行ダイオード6の分布方向s1、s2を被検査面の移動方向Sに対して、共に交差する2直線方向としている。従って、網目の単位は菱形となる。図12において、欠陥が経路Cまたは経路Dのいずれの経路を移動する場合も識別性は高く維持される。菱形とするのは一例であるが、被検査面の移動方向Sに対して、この方向Sで重ならない（この方向Sに対して交差する）方向にのみ分布される辺で網目を構成すれば、上記の問題を解消できる。結果、信頼性のさらにたかい検査を行える。

【0067】

(3) 上記の実施の形態にあっては、照射面を発光ダイオードが分散配設された黒板とし、網目形状が固定されている場合について、この照射面に撮像装置の焦点を合わせて検出を行う例を示したが、本願にあっては、網目の大きさと欠陥とが比較的密接な関係にあるため、これまで説明した照射装置の前に網目を拡大、縮小可能な光学系を配設して、網目の大きさを調整するとともに、光学系の光線出口に焦点を合わせて撮像を実行することで、異なった大きさの網目を利用して、検査を行うことができる。この場合、多様な大きさの欠陥に良好に対応できる。

【0068】

(4) さらに、照射装置における照射量を調整できるようにすることで、例えば、欠陥であるらしい注目領域が見出された場合に、照射量を上げて、明暗部分の輝度差を出してさらに正確な検査を実行することもできる。

【産業上の利用可能性】

【0069】

例えば、自動車ボディーの塗装面の検査を信頼性よく実施できる。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】本願に係る検査装置の概要を示す平面図

【図2】照射装置の斜視図

【図3】撮像画像の状態と画像処理の経過及び結果を示す図

【図4】撮像画像の輝度分布を示す概略説明図

【図5】欠陥による映り込み発生のメカニズムを示す説明図

【図6】2値化処理を施す本願の別実施の形態を示す図

【図7】曲面に対する処理を考慮した本願の別実施の形態を示す図

【図8】欠陥を独立明領域として抽出する本願の別実施の形態を示す図

【図9】本願の別実施の形態を示す図

【図10】本願の別実施の形態を示す図

【図11】識別性の問題を示す説明図

【図12】菱形のパターンを成すように発光ダイオードを配設した照射装置の構成を示す図

【符号の説明】

【0071】

3 照射装置

4 撮像装置

6 発光ダイオード

K1 明部分に対応する高輝度

K2 暗部分に対応する低輝度

C1 明部分に対応する高輝度の部分

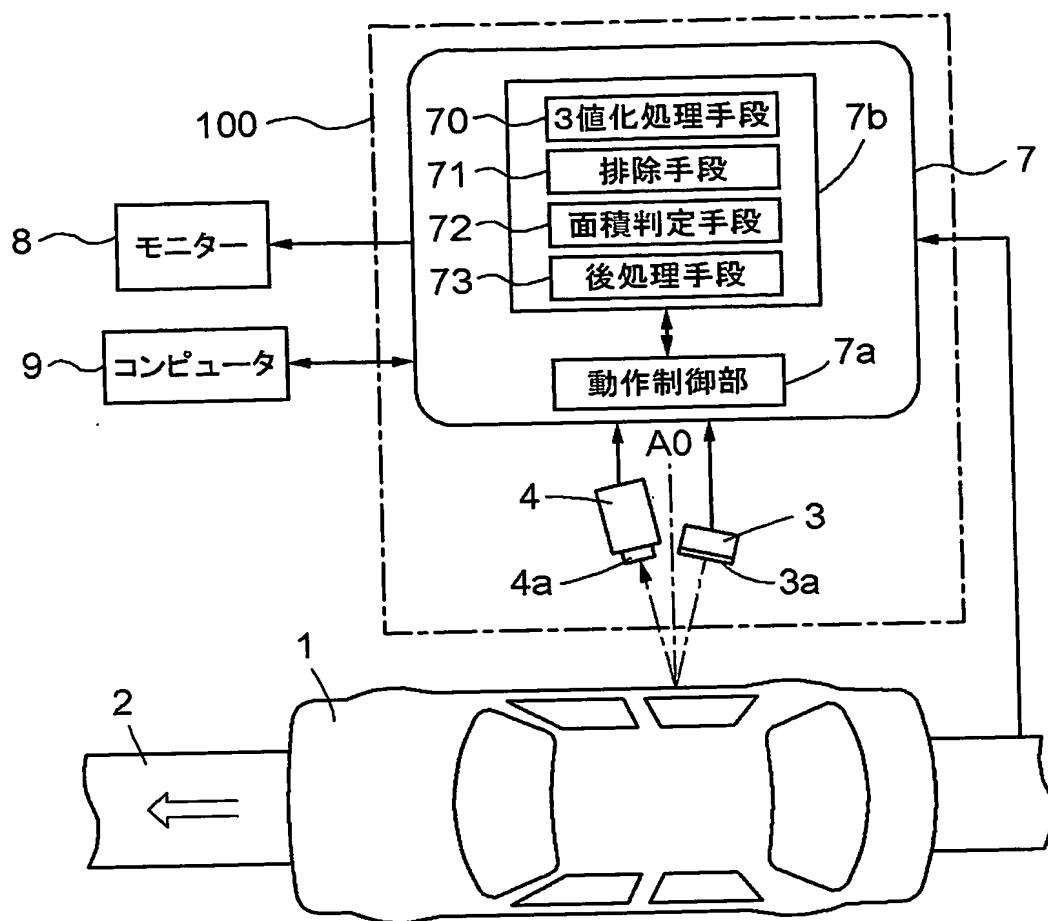
C2 暗部分に対応する低輝度の部分

C3 欠陥による中間輝度の部分

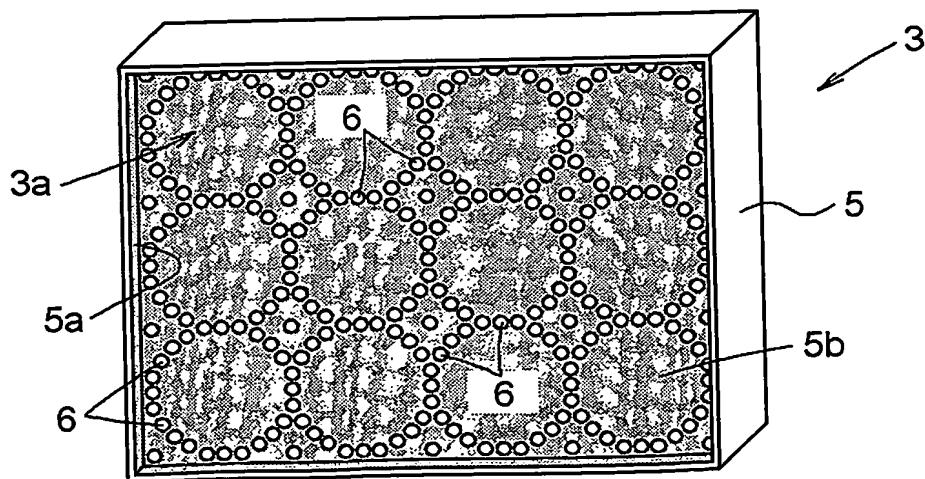
C4 照射面における輝度分布に起因して中間輝度で撮像される部分

【書類名】図面

【図 1】

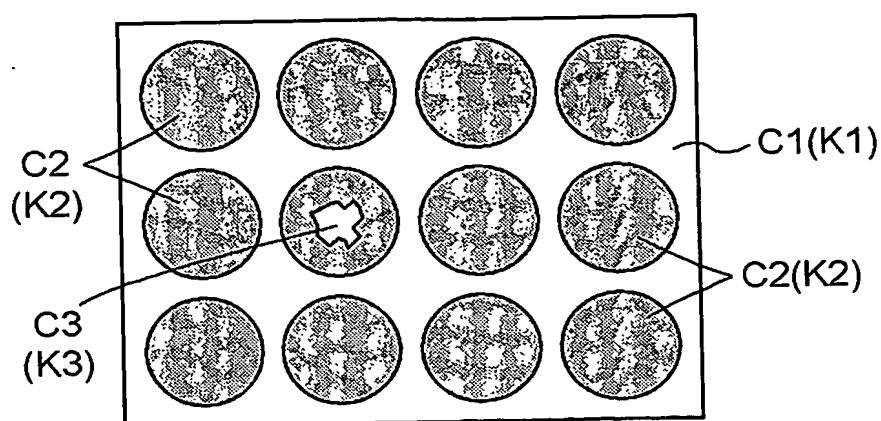


【図 2】

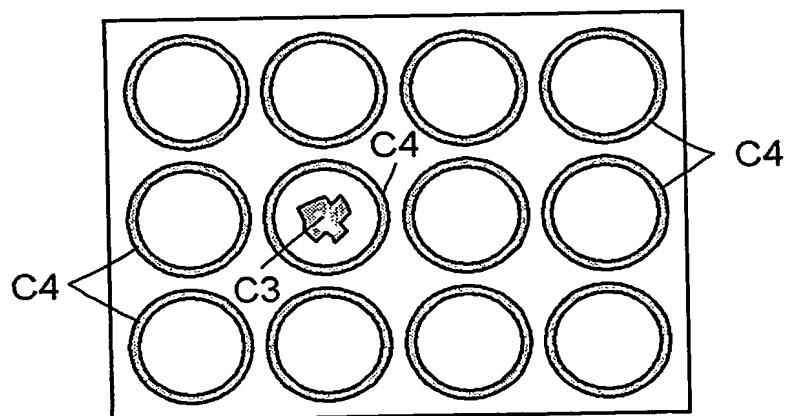


【図3】

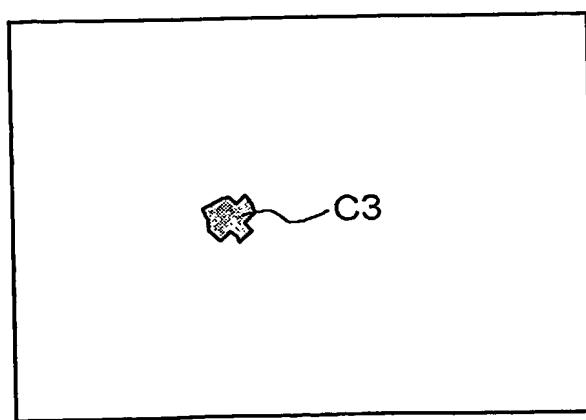
(イ) 原画像



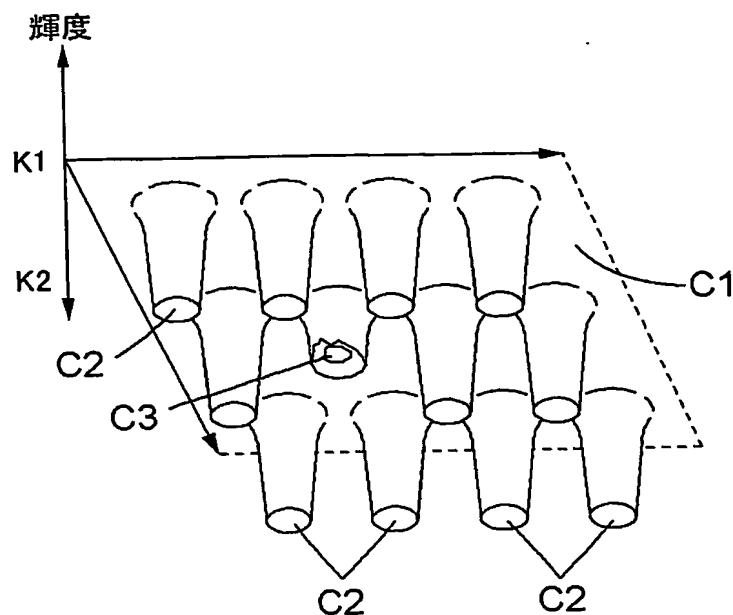
(ロ) 3値化処理



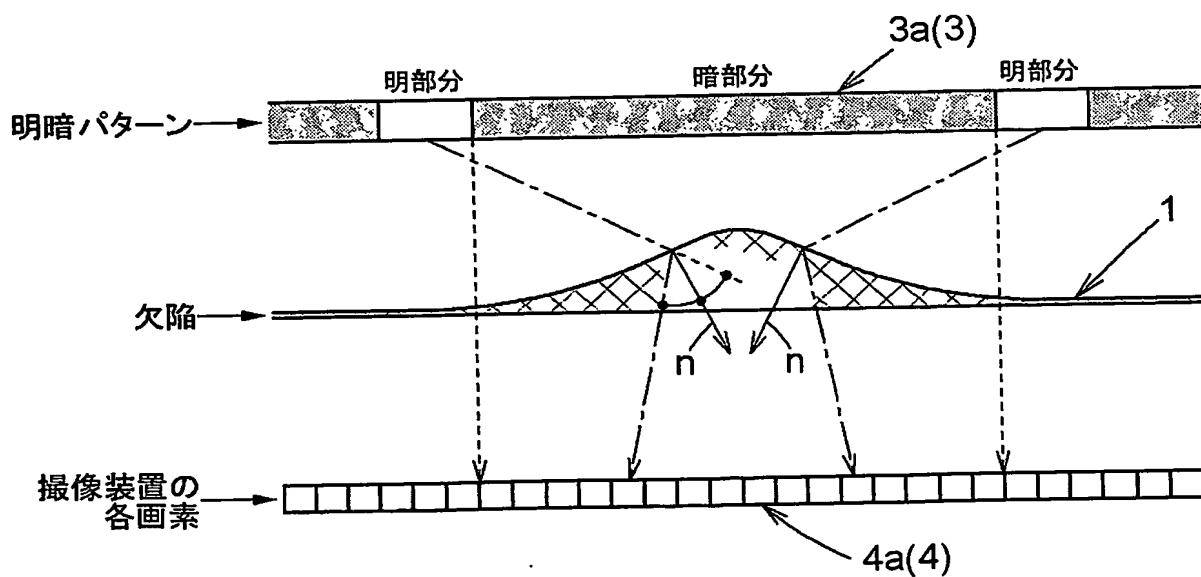
(ハ) 膨張・収縮処理



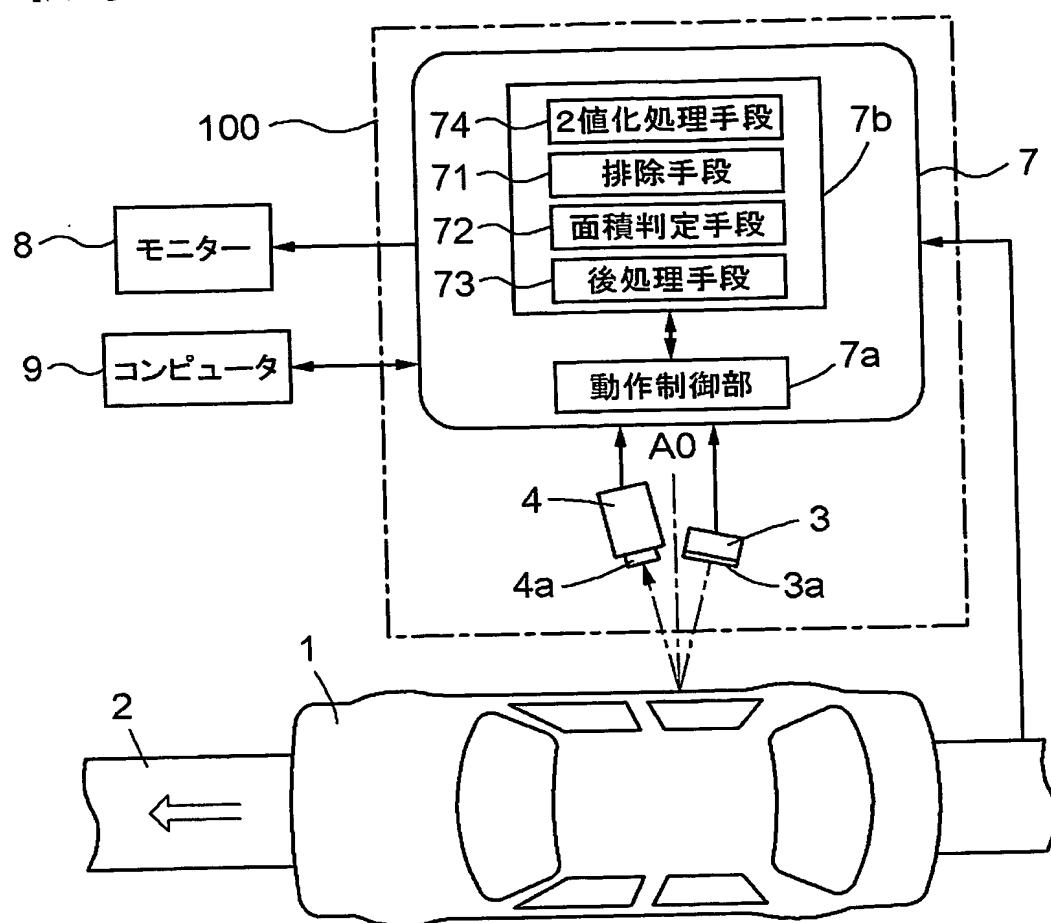
【図4】



【図5】

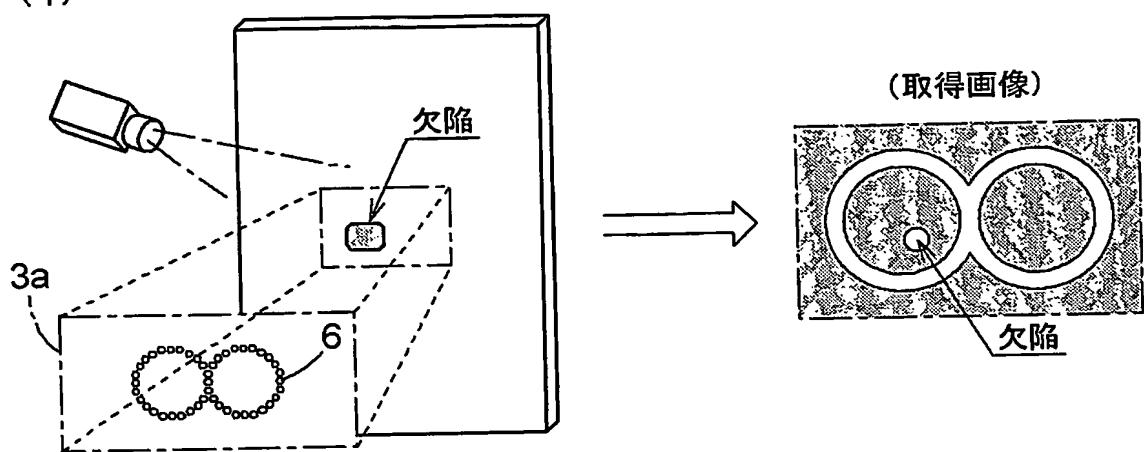


【図6】

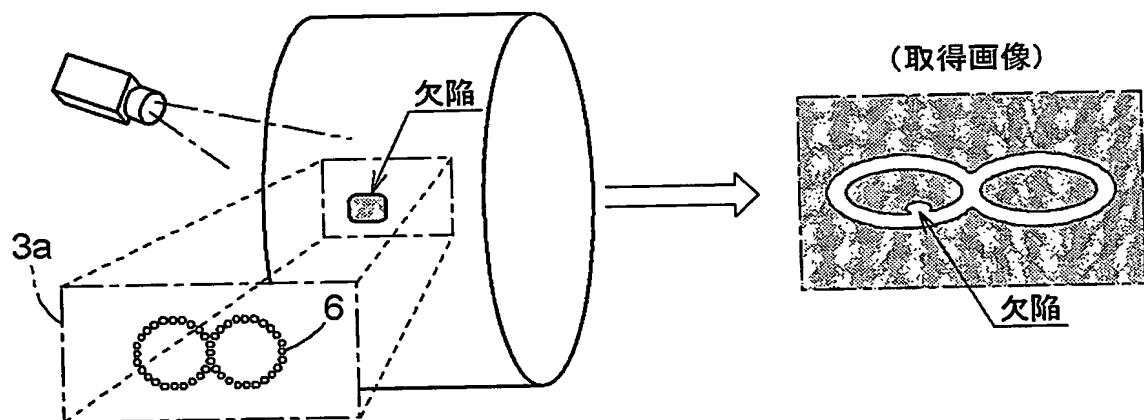


【図7】

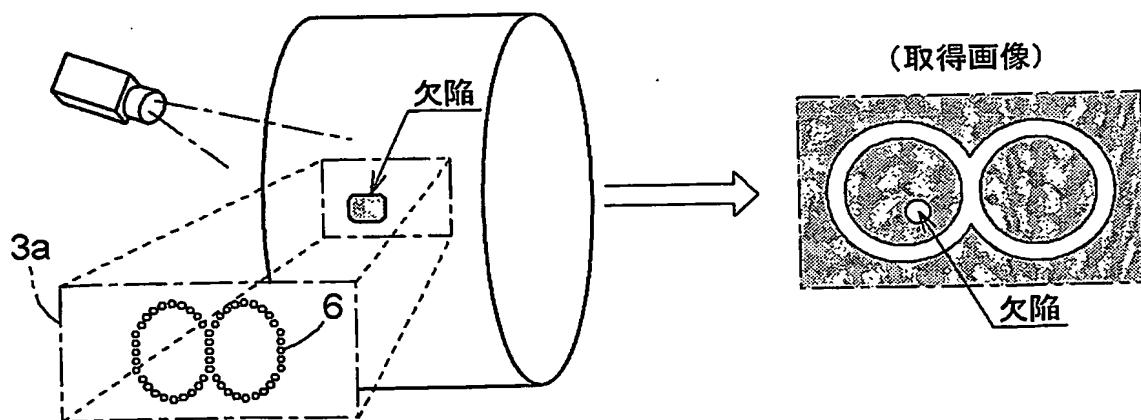
(イ)



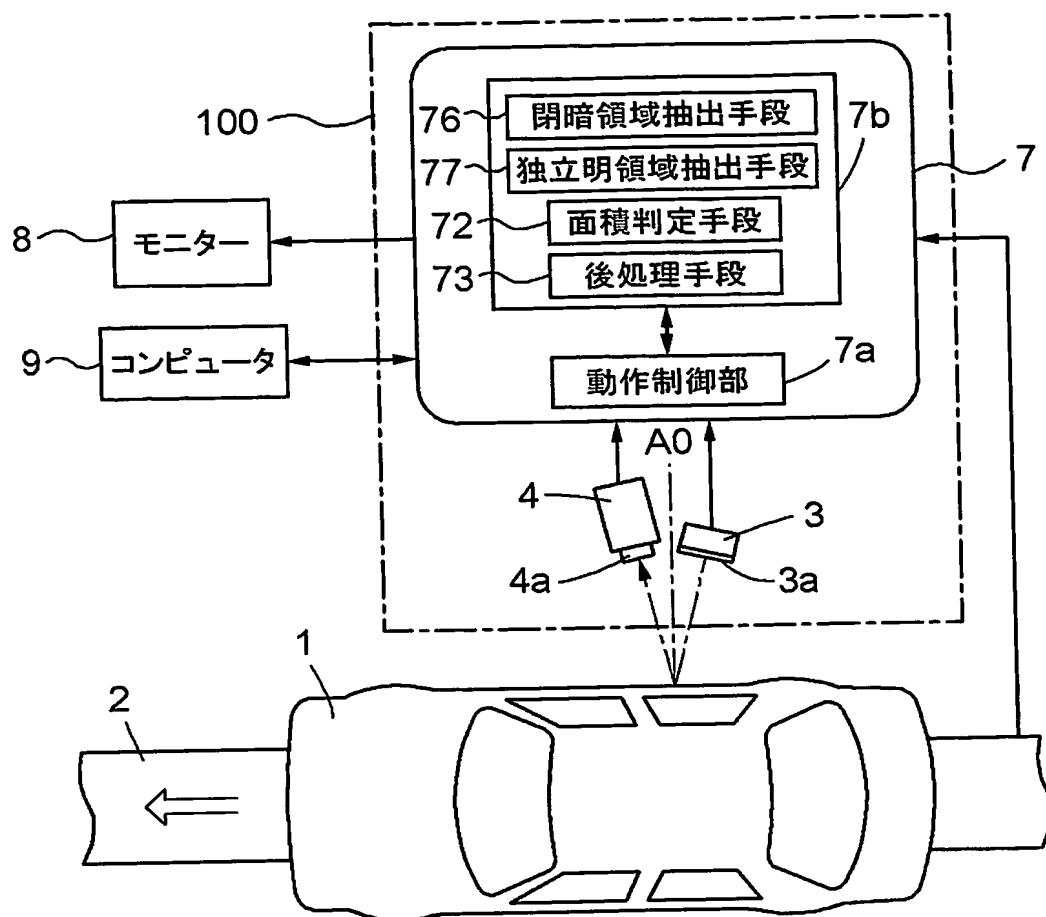
(ロ)



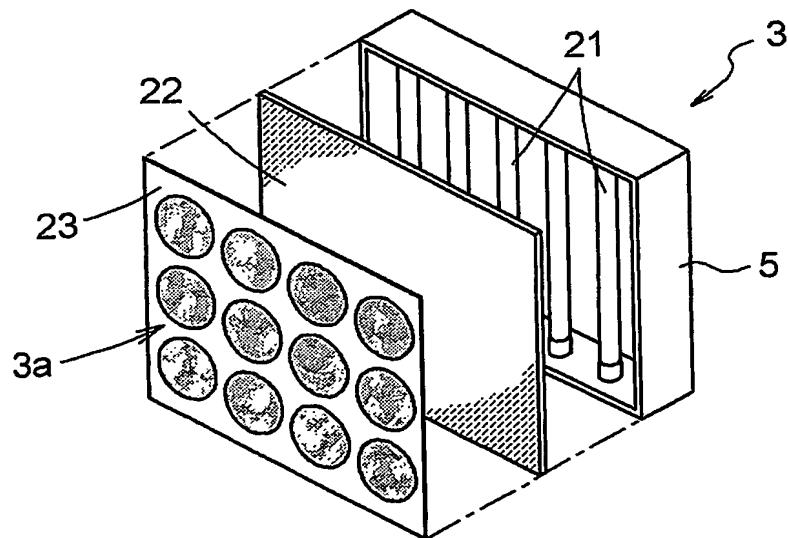
(ハ)



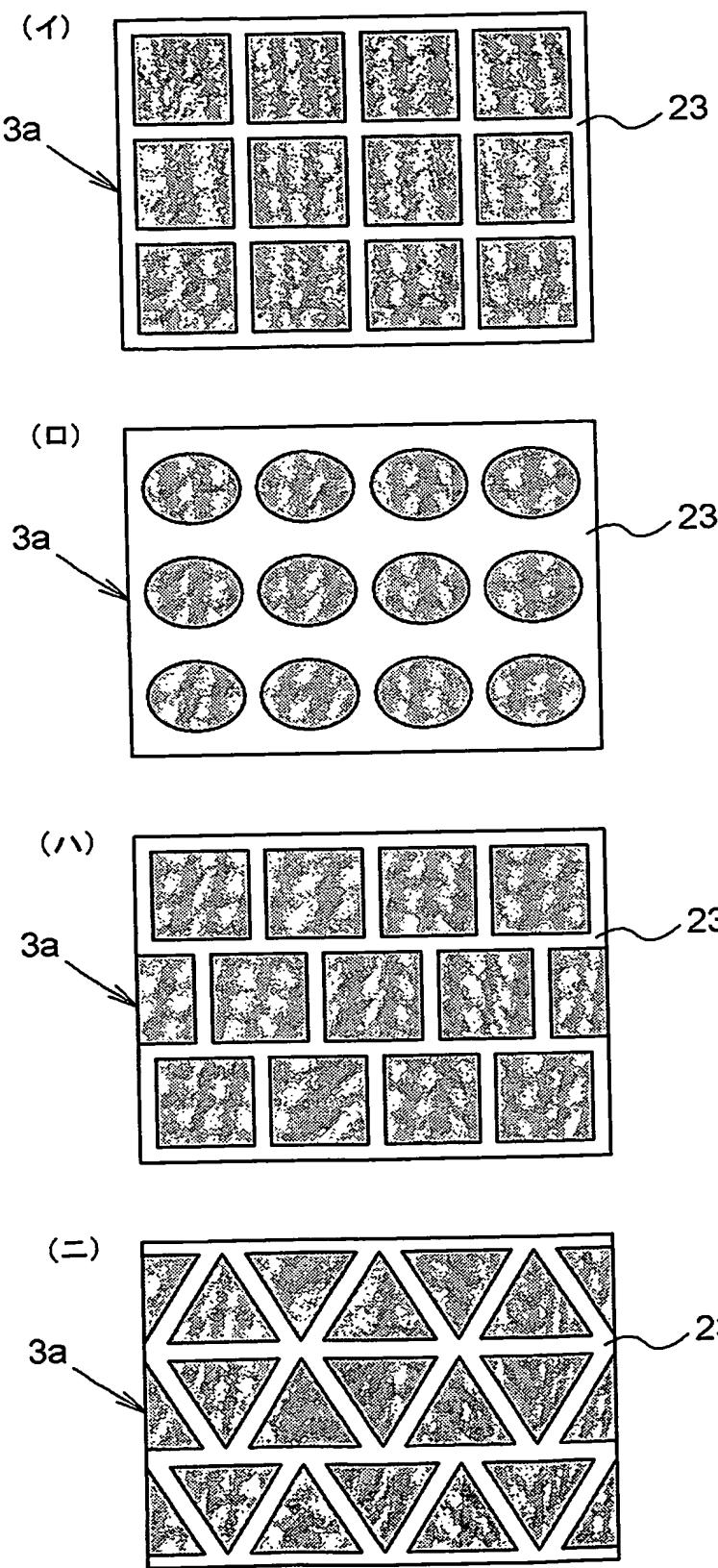
【図8】



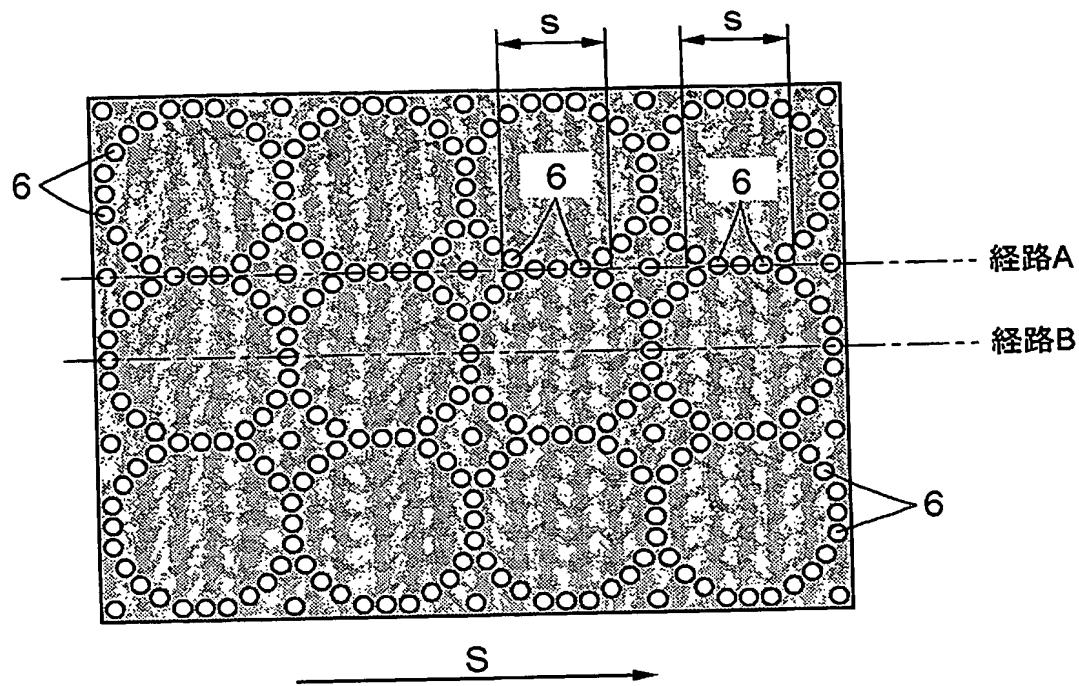
【図9】



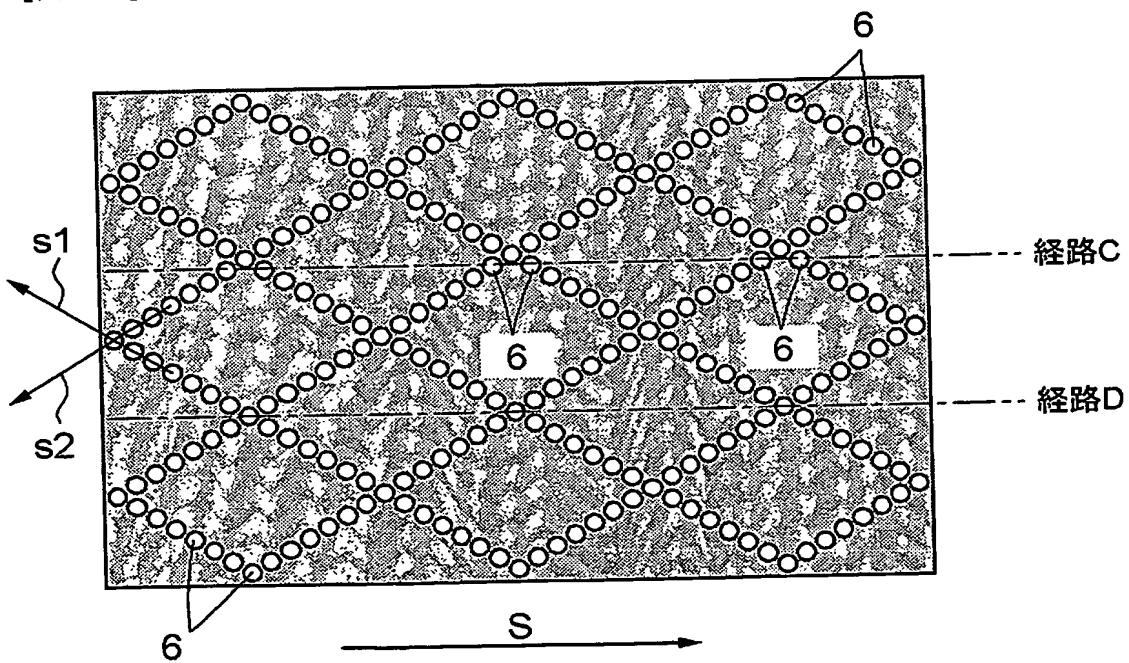
【図10】



【図11】



【図12】



【書類名】要約書

【要約】

【課題】 所定のパターン光を被検査面に照射して、その表面の撮像画像を得て、表面に存する欠陥を見いだす検査方法において、形状が複雑で比較的小さな欠陥にあっても、これを検出できる検査方法を得る。

【解決手段】 検査光として、各網目内の形状が同一となるように網目状に分布されるとともに、光軸に垂直な平面における照射面積が非照射面積より小さい光ビームを使用し、撮像画像における、被検査面の非照射領域に対応する画像領域の明暗情報に基づいて、被検査面を検査する。

【選択図】 図2

特願 2004-105452

出願人履歴情報

識別番号

[000002967]

1. 変更年月日

1990年 8月21日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府池田市ダイハツ町1番1号

氏 名

ダイハツ工業株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.